

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР АККУМУЛИРОВАНИЕМ ТЕПЛА МАТЕРИАЛАМИ С ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИЕЙ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

Личадеев И.С.

научный руководитель ст. преподаватель Куликова Н.П.

Сибирский федеральный университет

политехнический институт

Гидрофицированные машины и механизмы используются в различных географических широтах, в том числе в регионах Сибири и Дальнего Севера при низкой температуре окружающего воздуха. Эксплуатация гидравлического привода в условиях низких температур сопровождается рядом нежелательных явлений, таких как: повышение вязкости рабочей жидкости; снижение эластичности материалов уплотнений и рукавов высокого давления; увеличение интенсивности износа гидрооборудования; снижение объемного КПД насосов и т.д.

При эксплуатации в суровых климатических условиях в 1,5 – 2 раза снижается производительность гидрофицированных машин, что приводит к увеличению затрат на горюче-смазочные материалы и к увеличению трудоемкости выполняемых работ. Особенно нежелательное явление на эффективность работы гидропривода оказывают низкие температуры в период пуска машин после длительной остановки, когда рабочая жидкость остывает до температуры окружающего воздуха (продолжительностью более 8 часов). Период разогрева рабочей жидкости характеризуется минимальной эффективностью гидропривода и производительностью машины.

Повысить эффективность гидравлического привода в условиях низких температур можно при помощи предпускового разогрева рабочей жидкости, либо поддержанием ее температуры в пределах, обеспечивающих запуск гидросистемы, что для современных гидравлических жидкостей составляет -20°C – -25°C . Традиционно это осуществляется с помощью дросселирования рабочей жидкости, разогрева отработавшими газами двигателя внутреннего сгорания, электроразогрева рабочей жидкости и изменения вместимости гидробака.

Из беззатратных способов поддержания гидросистемы в пусковом тепловом режиме применяются только мероприятия по снижению теплопотерь при естественном охлаждении агрегатов – теплоизоляция и применение жидкостей со стабильными вязкостными характеристиками.

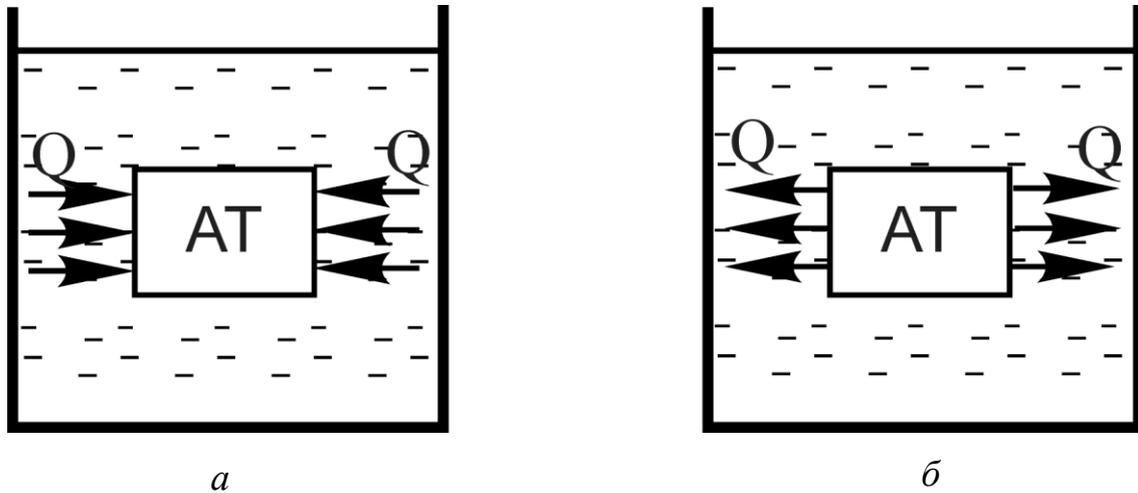
Значительный интерес представляют нетрадиционные системы рекуперации энергии, включая и утилизацию тепловыделений гидроагрегатов машин и использованием их для термостабилизации после прекращения функционирования машины.

Несмотря на значительный массив технических решений, информация о применении систем термостабилизации агрегатов, аналогичных используемым в гидравлическом приводе и выбранному температурному диапазону, отсутствует.

Тепловая энергия может резервироваться за счет теплоемкости аккумулирующего вещества и за счет его фазовых и химических преобразований. Веществами, реализующими последние эффекты с высокой плотностью энергии, на порядок большей, чем позволяет обеспечить теплоемкость вещества, являются кристаллогидраты, органические вещества, эвтектики и некоторые металлы.

При этом изотермически протекающие фазовые переходы характеризуются равенством изобарных потенциалов двух сосуществующих фаз и скачкообразным изменением энтропии и объема и относятся к фазовым переходам первого рода, таким как

плавление, кристаллизация, испарение и сублимация при постоянном давлении. Следует отметить, что основным условием изотермичности являются малые скорости протекания процесса фазового перехода. Из-за невыполнения этого условия, как правило, наблюдаются отклонения. Постоянство температуры может наступить только в результате выравнивания скоростей подвода и отвода тепла.



a – поглощение тепла при работе гидросистемы; *б* – выделение тепла при простое

Рисунок 1 – схема устройства для термостатирования рабочей жидкости в гидросистеме

Устройство для термостатирования рабочей жидкости гидросистемы представляет собой бак с рабочей жидкостью и размещенные в нем контейнеры, в которых содержится вещество с высокой энергией фазового перехода (рис. 1).

Устройство работает следующим образом: при включении гидросистемы температура рабочей жидкости в баке повышается до температуры плавления вещества, содержащегося в контейнере, вещество начинает изменять свое фазовое состояние (переходить из твердой фазы в жидкую), поглощая тепловую энергию (рис. 1, а).

Во время простоя машины, температура рабочей жидкости понижается и достигает точки плавления вещества, содержащегося в контейнере. Последнее, при этом, переходит из жидкого состояния в кристаллическое и высвобождает энергию, передавая ее рабочей жидкости в баке (рис. 1, б).

В гидросистеме без аккумулятора тепла рабочая жидкость, во время остановки машины, остывает до температуры окружающей среды за 2-6 часов. С применением аккумулятора тепла, период остывания рабочей жидкости увеличивается до 14-16 часов за счет выделяемой энергии при кристаллизации вещества (рис.2).

Учитывая условия работы аккумуляторов тепла и тепловой режим гидравлического привода, можно сформулировать требования к аккумулирующим веществам:

1. высокая плотность аккумулирования энергии на единицу объема;
2. температура фазового перехода должна находиться в области рабочих температур, но не ниже пороговых;
3. хорошая теплопроводность;
4. отсутствие значительного переохлаждения, разделения фаз, выделения побочных продуктов реакции;
5. минимальная коррозионная активность и растворимость конструкционных материалов;
6. стабильность при многократных циклах «зарядки-разрядки»;
7. безопасность и безвредность;

8. низкая стоимость и простота эксплуатации устройств с наполнителями из них.

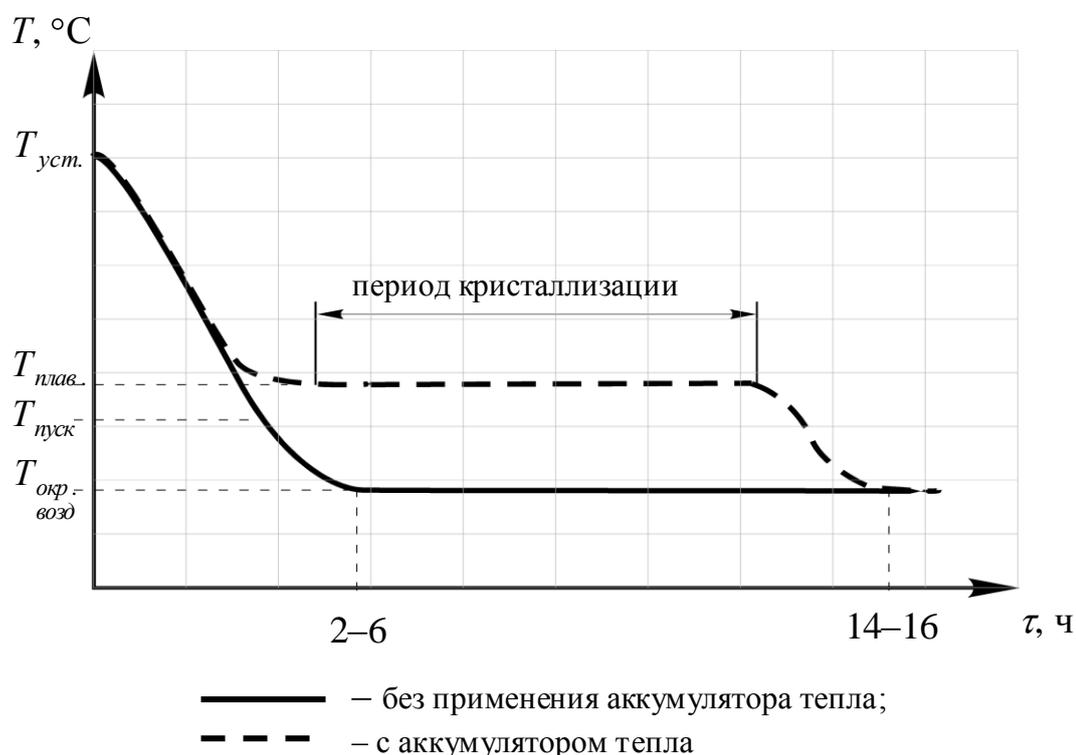


Рисунок 2 – зависимость температуры рабочей жидкости в гидробаке от времени простоя машины

В настоящее время наиболее перспективным для работы в положительном диапазоне температур (до 200 °С) можно считать тригидрат ацетата натрия и эвтектические смеси.

Учитывая относительно невысокие капитальные затраты при создании термостабилизирующих устройств кристаллогидраты и парафины следует считать более перспективными из латентных материалов несмотря на худшие энергетические показатели.

Эвтектические смеси за счет введения примесей-инициаторов кристаллизации улучшают их свойства как аккумуляторов тепла, снижают переохлаждение, но одновременно с этим снижают скрытую теплоту плавления.

Рассмотрев достоинства и недостатки латентных материалов можно прийти к выводу, что для поддержания в пусковой готовности гидравлический привод, т.е. эксплуатации в диапазоне отрицательных температур, предпочтительно использовать эвтектику воды при отрицательных температурах.

Выбор необходимой температуры фазового перехода, с соответствующей коррекцией скрытой теплоты можно осуществить согласно диаграммы (рис. 3).

Дополнительным преимуществом использования данных эвтектик является их широкая распространенность, безопасность и низкая себестоимость.

В результате анализа физико-химических свойств аккумулирующих материалов, областей применения и соответствия материалов выработанным требованиям представляется наиболее целесообразным использовать эвтектические смеси или рассолы воды, подбирая температуру фазового перехода согласно разработанным в настоящей работе требованиям и использовать низкую теплопроводность льда для обеспечения более длительной работы аккумулятора тепла. Кроме того, при создании устойчиво ра-

ботоящего кристаллогидрата или его эвтектики можно рассмотреть схему двухкомпонентных веществ, работающих при двух температурах, а именно, эвтектики льда – при отрицательной температуре и, например, тригидрат ацетата натрия при положительной.

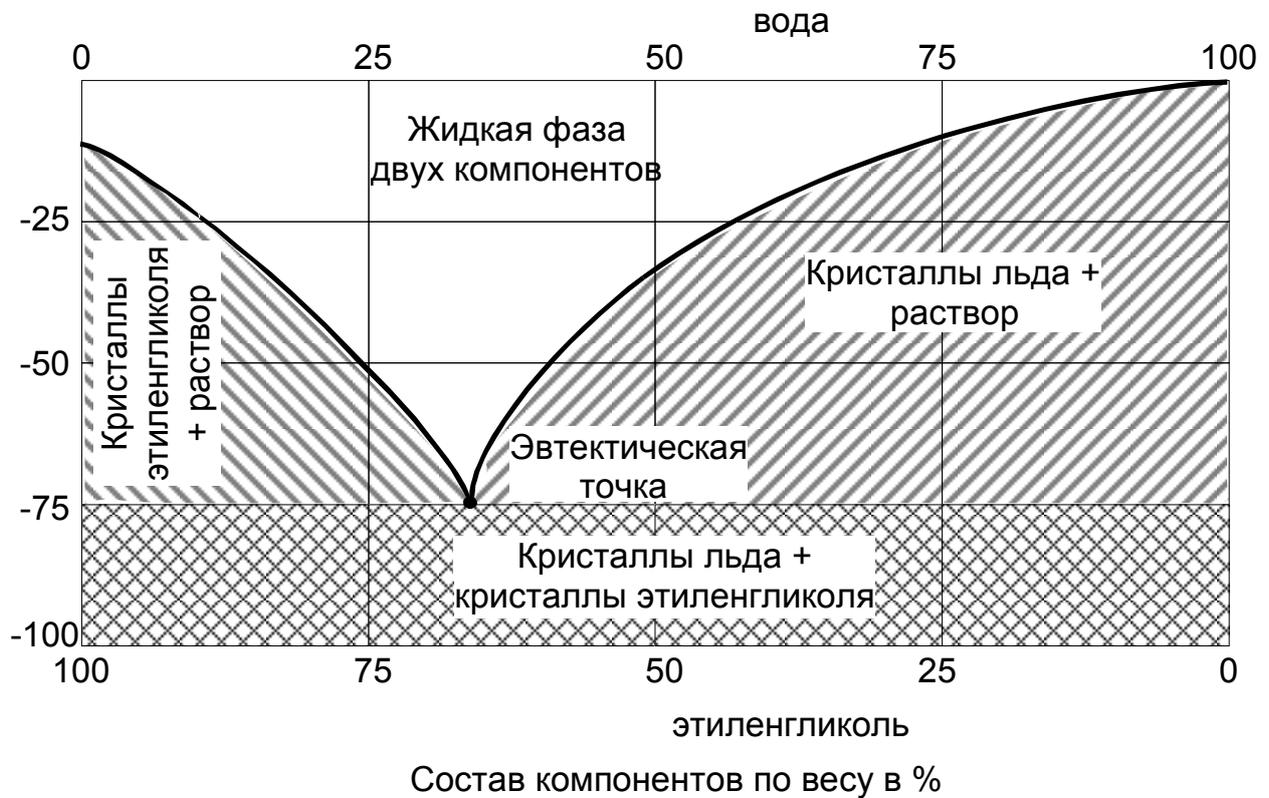


Рисунок 3 – изменение фаз состояния этиленгликолевой низкотемпературной жидкости в зависимости от концентрации этиленгликоля в воде и температуры

Достоинствами теплового аккумулирования посредством использования теплоты фазового перехода являются высокая тепловая емкость и постоянство температуры. В результате применения аккумуляторов тепла для термостабилизации гидросистемы машины может быть получен экономический эффект за счет снижения количества отказов гидрооборудования, сокращения времени подготовки на запуск машины при низких температурах, а также снижено вредное экологическое воздействие на окружающую среду за счет уменьшения количества сжигаемого топлива для предпускового разогрева агрегатов или их теплового поддержания в пусковой готовности.